

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-000752

[ST.10/C]:

[JP2001-000752]

出 願 人

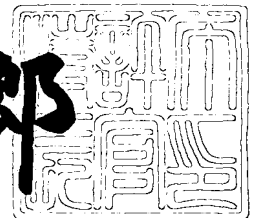
Applicant(s):

株式会社先端科学技術インキュベーションセンター

2003年 5月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3039973

【書類名】 特許願

【整理番号】 VN-0101

【提出日】 平成13年 1月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都三鷹市上連雀4丁目15番24号

【氏名】 片山 栄作

【発明者】

【住所又は居所】 東京都目黒区中根1丁目7番11号 カーサセレーナ2
02号

【氏名】 馬場 則男

【特許出願人】

【識別番号】 500573727

【氏名又は名称】 片山 栄作

【特許出願人】

【識別番号】 500573738

【氏名又は名称】 馬場 則男

【代理人】

【識別番号】 100104156

【弁理士】

【氏名又は名称】 龍華 明裕

【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 立体構造検証支援装置、立体構造検証方法、及び記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物質の立体構造を示すために算出された 3 次元算出画像の妥当性を検証することで、立体構造を検証することを支援する立体構造検証支援装置であって、

前記 3 次元算出画像に影を付けることで前記物質の立体構造を推定表示する 3 次元推定付影画像を、回転しながら表示させる第 1 の表示部と、

実験的な構造解析により得られた前記物質の画像を、前記 3 次元推定付影画像に合わせて回転しながら立体的に表示させる第 2 の表示部と、

を備えることを特徴とする立体構造検証支援装置。

【請求項 2】 前記第 2 の表示部は、複数の角度から得られた複数の影付きの 2 次元画像を前記画像として角度順に連続して表示することで、前記物質を回転しながら立体的に表示することを特徴とする請求項 1 に記載の立体構造検証支援装置。

【請求項 3】 前記 2 次元画像は、透過型電子顕微鏡により得られた濃淡画像であることを特徴とする請求項 2 に記載の立体構造検証支援装置。

【請求項 4】 前記 3 次元推定付影画像は、透過型電子顕微鏡により得られた複数の濃淡画像情報を処理して得られることを特徴とする請求項 1 に記載の立体構造検証支援装置。

【請求項 5】 複数の角度から見た前記物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、前記物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出部と、

前記濃淡画像情報に示される濃度をそれぞれ前記濃淡画像情報を撮像した角度に引き延ばして分布させることで濃淡分布情報を生成する分布部と、

複数の角度から得られた複数の前記濃淡画像情報による複数の前記濃淡分布情報を重ねて、前記物質を 3 次元の画像情報で表す 3 次元濃淡情報を生成する第 2 の重畳部と、

前記第 2 の重畳部による前記 3 次元濃淡情報を前記形状情報に重ねる第 1 の重畳部と、

前記 3 次元濃淡情報から、前記形状情報が示す形状の周囲に存在する濃淡情報のみを抽出して前記 3 次元画像を生成する情報加工部と、

を有する 3 次元画像生成部を更に備えることを特徴とする請求項 3 に記載の立体構造検証支援装置。

【請求項 6】 複数の角度から見た前記物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、前記物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出部と、

前記濃淡画像情報の濃淡情報を、前記外殻の周辺に分布させて 3 次元算出画像を生成する画像情報生成部と、

を有する 3 次元画像生成部を更に備えることを特徴とする請求項 3 に記載の立体構造検証支援装置。

【請求項 7】 物質の立体構造を示すために算出された 3 次元算出画像を検証することで、立体構造を検証する立体構造検証方法であって、

前記 3 次元算出画像に影を付けた 3 次元推定付影画像と、実験的な構造解析により得られた前記物質の画像とを、同時に回転しながら表示して、前記 3 次元推定付影画像と前記画像とを比較して立体構造を検証することを特徴とする立体構造検証方法。

【請求項 8】 複数の角度から得られた複数の影付きの 2 次元画像を前記画像として角度順に連続して表示することで、前記物質の画像を回転しながら立体的に表示することを特徴とする請求項 7 に記載の立体構造検証方法。

【請求項 9】 前記 2 次元画像は、透過型電子顕微鏡により得られた濃淡画像であることを特徴とする請求項 8 に記載の立体構造検証方法。

【請求項 10】 透過型電子顕微鏡により得られた複数の濃淡画像情報を処理して、前記 3 次元推定付影画像を得ることを特徴とする請求項 7 に記載の立体構造検証方法。

【請求項 11】 複数の角度から見た前記物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、前記物質の外殻を示す形状情報を算出し、

投影型の撮像装置により得られた前記物質の濃淡画像情報に示される濃度をそれぞれ前記濃淡画像情報を撮像した角度に引き延ばして分布させることで濃淡分布情報を生成し、

複数の角度から得られた複数の前記濃淡画像情報による複数の前記濃淡分布情報を重ねて、前記物質を 3 次元の画像情報で表す 3 次元濃淡情報を生成し、

前記 3 次元濃淡情報を前記形状情報に重ね、前記 3 次元濃淡情報から、前記形状情報が示す外殻の周囲に存在する濃淡情報のみを抽出して前記 3 次元算出画像を生成することを特徴とする請求項 7 に記載の立体構造検証方法。

【請求項 1 2】 複数の角度から見た前記物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、前記物質の外殻を示す形状情報を算出し、

前記濃淡画像情報の濃淡情報を、前記外殻の周辺に分布させて 3 次元算出画像を生成することを特徴とする請求項 7 に記載の立体構造検証方法。

【請求項 1 3】 物質の立体構造を示すために算出された 3 次元算出画像を検証することで、立体構造を検証することを支援するプログラムを格納した記録媒体であって、前記プログラムは、

前記 3 次元算出画像に影を付けた 3 次元推定付影画像を回転しながら表示する第 1 の表示モジュールと、

実験的な構造解析により得られた前記物質の画像を、前記 3 次元推定付影画像と同時に回転しながら表示する第 2 の表示モジュールと、
を備えることを特徴とする記録媒体。

【請求項 1 4】 前記プログラムは、

複数の角度から見た前記物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、前記物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出モジュールと、

透過型電子顕微鏡により得られた濃淡画像情報に示される濃度をそれぞれ前記濃淡画像情報を撮像した角度に引き延ばして分布させることで濃淡分布情報を生成する分布モジュールと、

複数の角度から得られた複数の前記濃淡画像情報による複数の前記濃淡分布情報を重ねて、前記物質を 3 次元の画像情報で表す 3 次元濃淡情報を生成する第 2 の重畳モジュールと、

前記第 2 の重畳部による前記 3 次元濃淡情報を前記形状情報に重ねる第 1 の重畳モジュールと、

前記 3 次元濃淡情報から、前記形状情報が示す形状の周囲に存在する濃淡情報

のみを抽出して前記 3 次元算出画像を生成する情報加工モジュールと、
を更に備えることを特徴とする請求項 1 3 に記載の記録媒体。

【請求項 1 5】 前記プログラムは、

複数の角度から見た前記物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、前記物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出モジュールと、

透過型電子顕微鏡により得られた前記濃淡画像情報の濃淡情報を、前記外殻の周辺に分布させて 3 次元算出画像を生成する画像情報生成モジュールと、

を備えることを特徴とする請求項 1 3 に記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、立体構造検証支援装置、立体構造検証方法、及び記録媒体に関する。特に本発明は、物質の構造の推定モデル或いは画像解析により得られた再構成画像の妥当性の検証を行うことで物質の立体構造の検証を支援するのに好適な立体構造検証支援装置、立体構造検証方法、及び記録媒体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

物質の構造解析を高い空間分解能で決定するには、X線回折や多次元NMR法などの構造解析法を用いることが必須である。物質がX線回折の対象となるには、その物質が良質の結晶を作ること、そして同型置換などにより位相を決定できることが必須である。また、物質が多次元NMR法の対象となるには、物質の分子量が大きいこと、そして高濃度で溶解度の高い試料が大量に得られることが必須である。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

上述した条件を満たさない物質は電子顕微鏡により構造解析せざるを得ない。しかし、汎用されるクライオ電子顕微鏡法ではコントラストが低い上に、電子線照射による物質の損傷が著しく、単一分子の立体構造を解析・決定することは困難である。

特に、複数の分子が複合体を形成する場合、或いは機能遂行に伴って構造変化をする場合、たとえ個々の分子の構造が既知であっても、それら複数の分子をどのように組み合わせるべきか、或いは機能遂行に伴って分子構造がどのように変化するかを適格に解析する手段はなかった。このような場合は、既存の状況証拠を組み合わせ、最も確からしい構造を推定して仮想モデルを構築するのみであった。しかし、この仮想モデルの妥当性を検証することはできなかった。

【 0 0 0 4 】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる画像処理装置、画像処理方法、及び記録媒体を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第 1 の形態は、物質の立体構造を示すために算出された 3 次元算出画像の妥当性を検証することで、立体構造を検証することを支援する立体構造検証支援装置であって、3 次元算出画像に影を付けることで物質の立体構造を推定表示する 3 次元推定付影画像を、回転しながら表示させる第 1 の表示部と、実験的な構造解析により得られた物質の画像を、3 次元推定付影画像に合わせて回転しながら立体的に表示させる第 2 の表示部と、を備えることを特徴とする立体構造検証支援装置を提供する。

【 0 0 0 6 】

第 1 の形態の立体構造検証支援装置において、第 2 の表示部は、複数の角度から得られた複数の影付きの 2 次元画像を画像として角度順に連続して表示することで、物質の画像を回転しながら立体的に表示してもよい。この場合、2 次元画像は、透過型電子顕微鏡により得られた濃淡画像であってもよい。

3 次元推定付影画像は、例えば透過型電子顕微鏡により得られた複数の濃淡画像情報を処理して得られる。

複数の角度から見た物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出部と、濃淡画像情報に示される濃度をそれぞれ濃淡

画像情報を撮像した角度に引き延ばして分布させることで濃淡分布情報を生成する分布部と、複数の角度から得られた複数の濃淡画像情報による複数の濃淡分布情報を重ねて、物質を 3 次元の画像情報で表す 3 次元濃淡情報を生成する第 2 の重畳部と、第 2 の重畳部による 3 次元濃淡情報を形状情報に重ねる第 1 の重畳部と、3 次元濃淡情報から、形状情報が示す形状の周囲に存在する濃淡情報のみを抽出して 3 次元画像を生成する情報加工部と、を有する 3 次元画像生成部を更に備えてもよい。

複数の角度から見た物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出部と、濃淡画像情報の濃淡情報を、外殻の周辺に分布させて 3 次元算出画像を生成する画像情報生成部と、を有する 3 次元画像生成部を更に備えてもよい。

【 0 0 0 7 】

本発明の第 2 の形態は、物質の立体構造を示すために算出された 3 次元算出画像を検証することで、立体構造を検証する立体構造検証方法であって、3 次元算出画像に影を付けた 3 次元推定付影画像と、実験的な構造解析により得られた物質の画像とを、同時に回転しながら表示して、3 次元推定付影画像と画像とを比較することを特徴とする立体構造検証方法を提供する。

【 0 0 0 8 】

第 2 の形態の立体構造検証方法において、複数の角度から得られた複数の影付きの 2 次元画像を、角度順に連続して表示することで、物質の画像を回転しながら立体的に表示してもよい。この場合、2 次元画像は、例えば透過型電子顕微鏡により得られた濃淡画像である。

透過型電子顕微鏡により得られた複数の濃淡画像情報を処理して、3 次元推定付影画像を得てもよい。

複数の角度から見た物質の複数の第 1 の画像情報を用いて、物質の外殻を示す形状情報を算出し、投影型の撮像装置により得られた物質の濃淡画像情報に示される濃度をそれぞれ濃淡画像情報を撮像した角度に引き延ばして分布させることで濃淡分布情報を生成し、複数の角度から得られた複数の濃淡画像情報による複数の濃淡分布情報を重ねて、物質を 3 次元の画像情報で表す 3 次元濃淡情報を生

成し、3次元濃淡情報を形状情報に重ね、3次元濃淡情報から、形状情報が示す外殻の周囲に存在する濃淡情報のみを抽出して3次元算出画像を生成してもよい。

複数の角度から見た物質の複数の第1の画像情報を用いて、物質の外殻を示す形状情報を算出し、濃淡画像情報の濃淡情報を、外殻の周辺に分布させて3次元算出画像を生成してもよい。

【0009】

本発明の第3の形態は、物質の立体構造を示すために算出された3次元算出画像を検証することで、立体構造を検証することを支援するプログラムを格納した記録媒体であって、プログラムは、3次元算出画像に影を付けた3次元推定付影画像を回転しながら表示する第1の表示モジュールと、実験的な構造解析により得られた物質の画像を、3次元推定付影画像と同時に回転しながら表示する第2の表示モジュールと、を備えることを特徴とする記録媒体を提供する。

【0010】

第3の形態の記録媒体において、プログラムは、複数の角度から見た物質の複数の第1の画像情報を用いて、物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出モジュールと、透過型電子顕微鏡により得られた濃淡画像情報に示される濃度をそれぞれ濃淡画像情報を撮像した角度に引き延ばして分布させることで濃淡分布情報を生成する分布モジュールと、複数の角度から得られた複数の濃淡画像情報による複数の濃淡分布情報を重ねて、物質を3次元の画像情報で表す3次元濃淡情報を生成する第2の重畳モジュールと、第2の重畳部による3次元濃淡情報を形状情報に重ねる第1の重畳モジュールと、3次元濃淡情報から、形状情報が示す形状の周囲に存在する濃淡情報のみを抽出して3次元算出画像を生成する情報加工モジュールと、更に備えてもよい。

また、プログラムは、複数の角度から見た物質の複数の第1の画像情報を用いて、物質の外殻を示す形状情報を算出する形状算出モジュールと、透過型電子顕微鏡により得られた濃淡画像情報の濃淡情報を、外殻の周辺に分布させて3次元算出画像を生成する画像情報生成モジュールと、を備えてもよい。

【0011】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態はクレームにかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明の実施の形態の一例である立体構造検証支援装置 1 0 0 を示す。立体構造検証支援装置 1 0 0 は 3 次元画像生成部 2 0 0 と、第 1 の表示部 1 2 0 及び第 2 の表示部 1 4 0 を備える。第 1 の表示部 1 2 0 は、付影部 1 2 2 及び角度指定部 1 2 4 を有する。立体構造検証支援装置 1 0 0 は、透過型電子顕微鏡などの投影型の撮像装置により得られた投影画像である濃淡画像情報から、3 次元算出画像の一例である 3 次元再構成画像を 3 次元画像生成部 2 0 0 を用いて算出する。また、立体構造検証支援装置 1 0 0 は、第 1 の表示部 1 2 0 を用いて 3 次元再構成画像に影を付けることで物質の立体構造を推定表示する 3 次元推定付影画像にして、表示装置 8 0 0 に回転表示させると共に、透過型電子顕微鏡などの実験的な構造解析により得られた物質の画像を第 2 の表示部 1 4 0 を用いて表示装置 8 0 0 に立体的に回転表示させる。すなわち、立体構造検証支援装置 1 0 0 は、3 次元推定付影画像及び実験的な構造解析による画像を同時に概略同じ角度に回転させて表示することで、3 次元推定付影画像と画像とを比較し、2 つの画像の違いを見つけやすく表示することで、立体構造の検証を支援する装置である。ここで、3 次元推定付影画像と実験的な構造解析による画像は並列表示されるのが好ましい。

透過型電子顕微鏡等において、得られた画像の解像度が希望より低い場合が多々あるが、画像の解像度が低い場合にも、立体構造検証支援装置 1 0 0 が 3 次元再構成画像と画像を回転しつつ表示するので、これら 2 つの回転している画像を比較して、3 次元再構成画像と画像との違いを発見することが可能になる。

【 0 0 1 4 】

3次元画像生成部200は複数の角度から見た第1の画像情報と、透過型電子顕微鏡等により得られた複数の投影画像情報すなわち濃淡画像情報を用いて、被写体の立体構造に関する3次元情報を得る装置である。ここで第1の画像情報として濃淡画像情報を用いることもできる。

【0015】

図2は3次元画像生成部200の構成の一例を示す。本例において、3次元画像生成部200は、分布部220、第2の重畳部240、形状算出部260、第1の重畳部280、情報加工部300、画像情報生成部320、及び出力部360を備える。

【0016】

分布部220は、外部から取得した複数の濃淡画像情報を各々撮像した角度すなわち投影した角度に引き延ばして分布させることで濃淡分布情報を生成し、第2の重畳部240に出力する。具体例として、分布部220は濃淡画像情報の濃淡を均等に引き延ばした方向に分布させる。

【0017】

第2の重畳部240は分布部220による複数の濃淡分布情報を、角度を維持したまま重ねることで3次元濃淡情報を生成し、第1の重畳部280に出力する。生成した3次元濃淡情報は被写体を3次元の画像情報で表す情報となる。ここでの3次元濃淡情報中には偽情報が含まれる可能性がある。

【0018】

形状算出部260は、3つ以上の角度から見た3つ以上の画像情報から被写体の特定の点すなわち処理対象点の高さ情報を算出し、複数の処理対象点の高さ情報を用いて被写体の外殻を示す形状情報を算出する。

【0019】

図3は形状算出部260の構成の一例を示す。形状算出部260は、位置対応部262、高さ情報算出部264、及び形状情報算出部266を備える。

【0020】

位置対応部262は、角度順において連続する2枚の画像情報中の複数の処理対象点の位置を認識して各々対応付け、高さ情報算出部264に出力する。

詳細には、例えば角度順において連続する第 1 の画像情報及び第 2 の画像情報中の処理対象点の位置を対応付け、さらに第 2 の画像情報とその直後の角度である第 3 の画像情報において処理対象点の位置を対応付ける。この対応付けを第 3 及び第 4 の画像情報、・・・といった他の画像組合せに対しても順次行う。各処理対象点は、2 組以上の画像組合せにおいてそれぞれ対応付けられる。

また、位置対応部 2 6 2 は、画像情報中に基準線を定めておき、この基準線と処理対象点との距離も測定する。画像組合せを構成する 2 枚の画像中における基準線と処理対象点との距離の差が一定以上である場合、位置対応部は当該処理基準線の位置認識・対応付けを再度行う。

ここで、各画像情報が同一の回転を回転中心として被写体を予め定められた角度ずつ回転して撮像することにより得られた画像であったり、或いは 3 つ以上の画像情報のうち、第 1 及び第 2 の画像は一の回転軸を回転中心として被写体を予め定められた角度回転して撮像して得られた画像であり、第 3 の画像は被写体を他の回転軸を回転中心として第 1 の画像を撮像した位置から予め定められた角度ほど回転して撮像して得られた画像である場合、位置対応部は、前記した予め定められた角度を用いて、処理対象点の位置を対応付ける。

【 0 0 2 1 】

高さ情報算出部 2 6 4 は、位置対応部 2 6 2 により 2 枚の画像情報内で対応付けられた処理対象点の高さ情報を各々算出し、形状情報算出部 2 6 6 に出力する。高さ情報算出部 2 6 4 で行う処理は、いわゆる立体視法の処理と同じである。ここで、各処理対象点は、少なくとも 2 組以上の画像組合せにおいてそれぞれ対応付けられているため、高さ情報算出部 2 6 4 は各処理対象点の高さ情報を複数算出する。高さ情報算出部 2 6 4 は、複数の高さ情報を基にした最小二乗誤差法により、出力すべき高さ情報を算出する。ここで最小二乗誤差法による誤差が一定以上である場合、位置対応部 2 6 2 は、処理対象点の位置を再検出する。

【 0 0 2 2 】

形状情報算出部 2 6 6 は、高さ情報算出部 2 6 4 が算出した処理対象点の高さ情報と、画像情報から求められる処理対象点の平面情報とを用いて被写体の形状情報を算出する。形状情報算出部 2 6 6 は算出した形状情報を画像情報生成部 3

2 0 及び第 1 の重畳部 2 8 0 に出力する。

【 0 0 2 3 】

図 2 に戻り、第 1 の重畳部 2 8 0 は、第 2 の重畳部 2 4 0 による 3 次元濃淡情報に、形状算出部 2 6 0 による形状情報を重ねて重畳画像を生成し、情報加工部 3 0 0 に出力する。

【 0 0 2 4 】

情報加工部 3 0 0 は、第 1 の重畳部 2 8 0 が出力した重畳画像を用いて、3 次元濃淡分布情報から、形状情報の周辺に存在する或いは形状情報と重なる情報のみを抽出して 3 次元再構成画像を生成し、出力部 3 6 0 に出力する。3 次元濃淡情報に偽情報が含まれる場合、偽情報と形状情報とは重なり得ない。従って、情報加工部 3 0 0 が抽出する情報には偽情報は含まれない。その結果、3 次元再構成画像はより正確に被写体の 3 次元構造を示す画像となる。

【 0 0 2 5 】

画像情報生成部 3 2 0 は、形状算出部 2 6 0 が算出した形状情報が示す外殻の該当個所周辺に、外部から取得した濃淡画像情報を分布させることで、被写体の 3 次元再構成画像を生成し、生成した 3 次元再構成画像を出力部 3 6 0 に出力する。例として、画像情報生成部 3 2 0 は、外殻の当該箇所から一定の範囲にある領域にのみ濃淡画像情報の濃度を均等に分布させることで 3 次元濃淡画像情報を生成する。

ここで、画像情報生成部 3 2 0 は、濃淡画像情報を撮像した角度に引き延ばして重ねるという過程を経ずに被写体の 3 次元再構成画像を生成するため、偽情報が発生することはない。

【 0 0 2 6 】

出力部 3 6 0 は、形状算出部 2 6 0 による形状情報、画像情報生成部 3 2 0 による 3 次元再構成画像、及び情報加工部 3 0 0 による 3 次元再構成画像を外部のプリンター或いは表示装置等に出力する。

【 0 0 2 7 】

図 1 に戻り、第 1 の表示部 1 2 0 の付影部 1 2 2 は、3 次元画像生成部 2 0 0 により算出された 3 次元再構成画像に影付けを行って 3 次元推定付影画像を生成

し、生成した 3 次元推定付影画像を回転させつつ表示装置 8 0 0 に出力して表示する。影付け方法としては、仮想的な光源から画像中の物体に接線を引き、物体において、接線との接点を基準に前記した仮想的な光源とは反対側にある部分の濃度を濃くする方法がある。ここで、濃度を濃くする際にグラデーションを付けてもよい。

第 1 の表示部 1 2 0 の角度指定部 1 2 4 は、3 次元推定付影画像の回転角度を指示するために付影部 1 2 2 に出力する。

つまり、第 1 の表示部 1 2 0 は、付影部 1 2 2 が角度指定部 1 2 4 の指示に従いつつ 3 次元推定付影画像の角度を連続的に変えて表示装置 8 0 0 に出力することで、表示装置 8 0 0 に 3 次元推定付影画像を回転表示する。

【 0 0 2 8 】

第 2 の表示部 1 4 0 は、実験的な構造解析により得られた物質の画像を、3 次元推定付影画像に合わせて回転しながら立体的に表示する。

一例として、第 2 の表示部 1 4 0 は複数の角度から撮像された複数の影付きの物質の 2 次元画像を、角度順に連続して表示することで、物質を回転しながら立体的に表示する。これにより、2 次元画像の一例である透過型電子顕微鏡による濃淡画像をそのまま使用して、物質の構造を立体的に表示することが可能になる。

【 0 0 2 9 】

また、複数の影付きの物質の 2 次元画像を角度順に連続して表示する場合、第 1 の表示部 1 2 0 は、3 次元推定付影画像の表示角度が、第 2 の表示部 1 4 0 により表示されている 2 次元画像の撮像角度と同じになるようにする。具体的には、角度指定部 1 2 4 は 2 次元画像を撮像した角度をキーボード等から入力してもらってもよく、第 2 の表示部 1 4 0 が 2 次元画像とともに角度情報を取得し、その角度情報を角度指定部 1 2 4 に出力してもよい。ここで 2 次元画像は、例えば透過型電子顕微鏡で撮像された投影画像である。

【 0 0 3 0 】

なお、図 1 の構成によれば、立体構造検証支援装置 1 0 0 は、濃淡画像情報から算出した 3 次元再構成画像の妥当性を検証することで立体構造を検証すること

を支援する装置である。これに対し、立体構造検証支援装置 1 0 0 を、濃淡画像情報から 3 次元再構成画像を算出する代わりに、状況証拠に基づいてシミュレーションで作成されたモデルの画像である 3 次元算出画像を直接付影部 1 2 2 で取得する構成としてもよい。これにより、立体構造検証支援装置 1 0 0 は、推定モデルの立体構造の妥当性の検証を支援する装置となる。この場合、立体構造検証支援装置 1 0 0 は 3 次元画像生成部 2 0 0 を備えなくてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、3 次元画像生成部 2 0 0 のハードウェア構成図の一例を示す。本例において、3 次元画像生成部 2 0 0 は、CPU (central processing unit) 6 0 2、ROM (read only memory) 6 0 4、RAM (random access memory) 6 0 6、ディスプレイ 6 0 8、プリンター 6 1 0、入力装置 6 1 2、ハードディスク装置 6 1 4、FD (floppy disk) ドライブ 6 1 6、及び CD-ROM (compact disk ROM) ドライブ 6 1 8 を有する。

【 0 0 3 2 】

CPU 6 0 2 は、RAM 6 0 6 及び ROM 6 0 4 に格納されたプログラムに基づいて処理を行う。ディスプレイ 6 0 8 は、各種情報を表示する。プリンター 6 1 0 は各種情報を印刷する。入力装置 6 1 2 は、3 次元画像生成部 2 0 0 に対する設定等を入力する。FD ドライブ 6 1 6 は、フロッピーディスク 6 2 0 からデータ又はプログラムを読み取って CPU 6 0 2 に渡す。CD-ROM ドライブ 6 1 8 は、CD-ROM 6 2 2 からデータ又はプログラムを読み取って CPU 6 0 2 に渡す。ハードディスク 6 1 4 は、FD ドライブ 6 1 6 又は CD-ROM ドライブ 6 1 8 によって読み出されたデータ又はプログラムや、CPU 6 0 2 がプログラムを実行することにより作成されたデータを記憶するとともに、記憶したデータ又はプログラムを読み取って CPU 6 0 2 に渡す。

【 0 0 3 3 】

本例では、上述した 3 次元画像生成部 2 0 0 の各機能部を実現するプログラムを有する CD-ROM 6 2 2 から、当該プログラムを読み出してハードディスク 6 1 4 にインストールさせておき、ハードディスク 6 1 4 から当該プログラムを読み出して CPU 6 0 2 が実行することにより、上記 3 次元画像生成部 2 0 0 の機

能部を実現する。

前記したプログラムは、より具体的には、付影部 1 2 2 を実現するための付影モジュール、角度指定部 1 2 4 を実現するための角度指定モジュール、第 2 の表示部を実現するための第 2 の表示モジュール、分布部 2 2 0 を実現するための分布モジュール、第 2 の重畳部 2 4 0 を実現するための第 2 の重畳モジュール、形状算出部 2 6 0 を実現するための形状算出モジュール、第 1 の重畳部 2 8 0 を実現するための第 1 の重畳モジュール、情報加工部 3 0 0 を実現するための情報加工モジュール、画像情報生成部 3 2 0 を実現するための画像情報生成モジュール、及び出力部 3 6 0 を実現するための出力モジュールを有する。各モジュールの動作は対応する機能部の動作と概略同じであるため説明を省略する。また、前記したプログラムは、CD-ROM 6 2 2 ではなくフロッピーディスク 6 2 0 や、MO や MD など他の記録媒体に格納されてもよい。

【 0 0 3 4 】

次に、図 5 ～ 図 1 2 を用いて 3 次元画像生成部 2 0 0 の第 1 の動作例を説明する。本例では、並列かつ上向きに並んだ 2 つの半球状の被写体 4 0 0 を投影型の撮像装置で撮像し、3 次元画像生成部 2 0 0 を用いて 3 次元再構成画像を生成する。

【 0 0 3 5 】

まず、濃淡画像情報を得る段階について説明する。図 5、図 6、図 7 に示すように、少なくとも異なる 3 つの角度（本例では A 方向、B 方向、及び C 方向）から被写体を撮像して投影画像情報すなわち濃淡画像情報 4 2 0、4 4 0、及び 4 6 0 を得る。ここで、図 5 および図 6 に示すように A 方向と B 方向の角度の間隔と、B 方向と C 方向の角度の間隔を各々等しい値 θ とするのが好ましい。

また、B 方向および C 方向は同一の軸 4 0 1 を回転中心として A 方向から回転した角度でもよく、異なる軸 4 0 1 および 4 0 2 を回転中心として A 方向からそれぞれ回転した角度でもよい。

そして、濃淡画像情報 4 2 0、4 4 0、及び 4 6 0 を 3 次元画像生成部 2 0 0 に入力する。ここで濃淡画像情報 4 2 0、4 4 0、及び 4 6 0 は第 1 の画像情報も兼ねる。

【 0 0 3 6 】

本例において、3次元画像生成部200の分布部220は、各濃淡画像情報420、440、及び460を撮像方向に引き延ばして濃淡分布情報425、445、及び465を生成し、第2の重畳部が、濃淡分布情報425、445、及び465を角度を維持したまま重ね合わせて3次元濃淡情報を生成する。

図8は、本例における3次元濃淡情報の縦断面情報の一例を示す。3次元濃淡情報は、全ての濃淡分布情報が重なった部分に物体が存在することを示す。図7は、濃淡分布情報425、445、及び465の全てが重なった部分すなわち情報470、472、474、476、及び478に、被写体400が存在することを示す。しかし、本来被写体400は2つのみであり、上記した5つの情報のうち3つは偽情報である。

図9は、本例における3次元濃淡情報の縦断面情報の他の例を示す。本例において、濃淡画像情報420、440、及び460の濃度はそれぞれ異なっている。また、濃淡分布情報425、445、及び465は、濃淡画像情報420、440、及び460の濃淡を撮像した角度に引き延ばして均等に分布させたものである。この場合、情報470～478以外の部分も情報470～478の一つと同等以上の濃度を有する可能性があるため、偽情報がさらに増える場合もある。

【 0 0 3 7 】

また、3次元画像生成部200の形状算出部260は濃淡画像情報420、440、及び460から被写体400の外殻を示す形状情報265を算出する。ここで形状算出部260は被写体400の外殻全体は算出できず、図中A方向、B方向およびC方向の視野に共通して含まれる部分となる。本例においては被写体400の球状部のみ外殻が算出される。

【 0 0 3 8 】

そして、3次元画像生成部200の第1の重畳部280は3次元濃淡画像情報に形状算出部260による形状情報を重畳する。

図10は本例における第1の重畳部280による重畳画像の縦断面情報を示す。本例において、形状算出部260による2つの形状情報265は、それぞれ情報470及び472に重なる。従って、情報加工部300は、情報470及び4

7 2 が物体を表す真の情報であり、情報 4 7 4, 4 7 6 及び 4 7 8 が偽情報であると判断し、情報 4 7 0 及び 4 7 2 のみを抽出して 3 次元再構成画像として出力部 3 6 0 に出力する。

この結果、偽情報が 3 次元再構成画像に含まれることはなくなる。

【 0 0 3 9 】

ここで、形状情報 2 6 5 の信頼性が高い場合、情報加工部 3 0 0 は形状情報 2 6 5 を加味した 3 次元再構成画像を出力する。また、濃淡分布情報 4 2 5、4 4 5 及び 4 6 5 の焦点がはっきりしていない場合などは情報 4 7 0 の境界及び 4 7 2 の境界は明確にはならない。この場合、情報加工部 3 0 0 は形状情報 2 6 5 から予め定められた距離内に存在する情報を、情報 4 7 0 及び 4 7 2 とする。

【 0 0 4 0 】

また、第 1 の重畳部 2 8 0 による重畳情報をディスプレイ等に表示させることで、情報加工部 3 0 0 の動作を人が代理してもよく、また、情報加工部 3 0 0 による 3 次元再構成画像に人の判断を加味することで偽情報を取り除いてもよい。この場合、より状況に即して偽情報を取り除くことができる。

【 0 0 4 1 】

図 1 1 は本例における情報加工部 3 0 0 による 3 次元再構成画像の縦断面図を示す。情報加工部 3 0 0 による 3 次元再構成画像は被写体 4 0 0 を精度よく再現していることがわかる。

【 0 0 4 2 】

そして、出力部 3 6 0 は、必要に応じて形状算出部 2 6 0 による形状情報 2 6 5、及び情報加工部 3 0 0 による 3 次元再構成画像すなわち情報 4 7 0 及び情報 4 7 2 を表示装置或いは印刷装置等に出力する。

【 0 0 4 3 】

すなわち、第 1 の動作例では、3 次元画像生成部 2 0 0 は、分布部 2 2 0、第 2 の重畳部 2 4 0、形状算出部 2 6 0、第 1 の重畳部 2 8 0、及び情報加工部 3 0 0 を用いて、より正確な 3 次元再構成画像を得る。

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 2 及び図 1 3 を用いて 3 次元画像生成部 2 0 0 の第 2 の動作例を説

明する。本例において、3次元画像生成部200は第1の動作例と同様に濃淡画像情報420、440、及び460を用いて被写体400の3次元再構成画像を得る。

【0045】

まず、図12に例示するように形状算出部260は形状情報265を算出する。

そして、図13に例示するように画像情報生成部320が、形状情報265の周囲にのみ濃淡画像情報420、440、及び460を分布させ、3つの濃淡画像情報がすべて重なった部分すなわち情報470及び472を3次元再構成画像とする。この結果、3次元再構成画像に偽情報が含まれることはなくなる。

【0046】

ここで、形状情報265の信頼性が高い場合、画像情報生成部320は形状情報265を加味した3次元再構成画像を出力する。また、情報470の境界及び472の境界がはっきりしない場合、画像情報生成部320は形状情報265から予め定められた距離内に存在する情報を、情報470及び472とする。ここで、形状情報265の信頼性が高い場合、画像情報生成部320は形状情報265を加味した3次元再構成画像を出力する。また、濃淡分布情報425、445及び465の焦点がはっきりしていない場合などは情報470の境界及び472の境界は明確にはならない。この場合、画像情報生成部320は形状情報265から予め定められた距離内に存在する情報を、情報470及び472とする。例えば、被写体400の厚みDが既知である場合は外殻から厚みDの範囲内に濃淡画像情報420、440、及び460の濃度情報を均等に分布させる。このとき、前記した濃淡情報は、投影方向に厚みDの範囲内で分布させるのが更に好ましい。

【0047】

すなわち、第2の動作例では、3次元画像生成部200は、形状算出部260、画像情報生成部320を用いてより正確な3次元再構成画像を得る。

【0048】

3次元画像生成部200は、撮像可能な角度に制限がある場合に、特に上述し

た効果を発揮する。

例えば、透過型電子顕微鏡より得た画像情報を投影画像情報とする場合、撮像可能な角度には制限があるが、3次元画像生成部200を用いることで被写体の分子レベルの立体構造を明らかにすることが可能となる。

詳細な例としては、細胞の蛋白質の構造やその変化を明らかにしたい場合がある。この場合、いわゆる急速凍結ディープエッチ・レプリカ法により得られる蛋白質の型を透過型電子顕微鏡により撮像し、3次元画像生成部200で処理することで、偽情報すなわちいわゆるゴーストを取り除いた状態で、被写体である蛋白質の立体構造を示す3次元情報を得ることができる。

【0049】

図14は、立体構造検証支援装置100による表示装置800の表示例を示す。本例において、表示画像820は第1の表示部120による表示画像すなわち3次元推定付影画像であり、表示画像840は第2の表示部140による表示画像すなわち実験的な構造解析により得られた画像である。図14に示すように、立体構造検証支援装置100によれば、3次元推定付影画像と実験的な構造解析により得られた画像とが並列に回転されつつ表示されるため、2つの回転画像の比較を容易に行える。従って、立体構造の検証をより容易に行える。

【0050】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることができる。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0051】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば、物質の構造の推定モデル或いは3次元再構成画像等の3次元算出画像の妥当性の検証を支援するのに好適な立体構造検証支援装置、立体構造検証方法、及び記録媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態である立体構造検証支援装置 1 0 0 の構成を示す。

【図 2】

3 次元画像生成部 2 0 0 の構成を示す。

【図 3】

形状算出部 2 6 0 の構成を示す。

【図 4】

3 次元画像生成部 2 0 0 のハードウェア構成図の一例を示す。

【図 5】

濃淡画像情報を得る方法を説明する図である。

【図 6】

濃淡画像情報を得る方法を説明する図である。

【図 7】

濃淡画像情報を得る方法を説明する図である。

【図 8】

3 次元濃淡情報の一例の縦断面情報を示す。

【図 9】

3 次元濃淡情報の縦断面情報の他の例を示す。

【図 1 0】

第 1 の重畳部 2 8 0 による重畳画像の一例の縦断面情報を示す。

【図 1 1】

情報加工部 3 0 0 による 3 次元再構成画像の一例の縦断面図を示す。

【図 1 2】

3 次元画像生成部 2 0 0 の第 2 の動作例を説明する図である。

【図 1 3】

3 次元画像生成部 2 0 0 の第 2 の動作例を説明する図である。

【図 1 4】

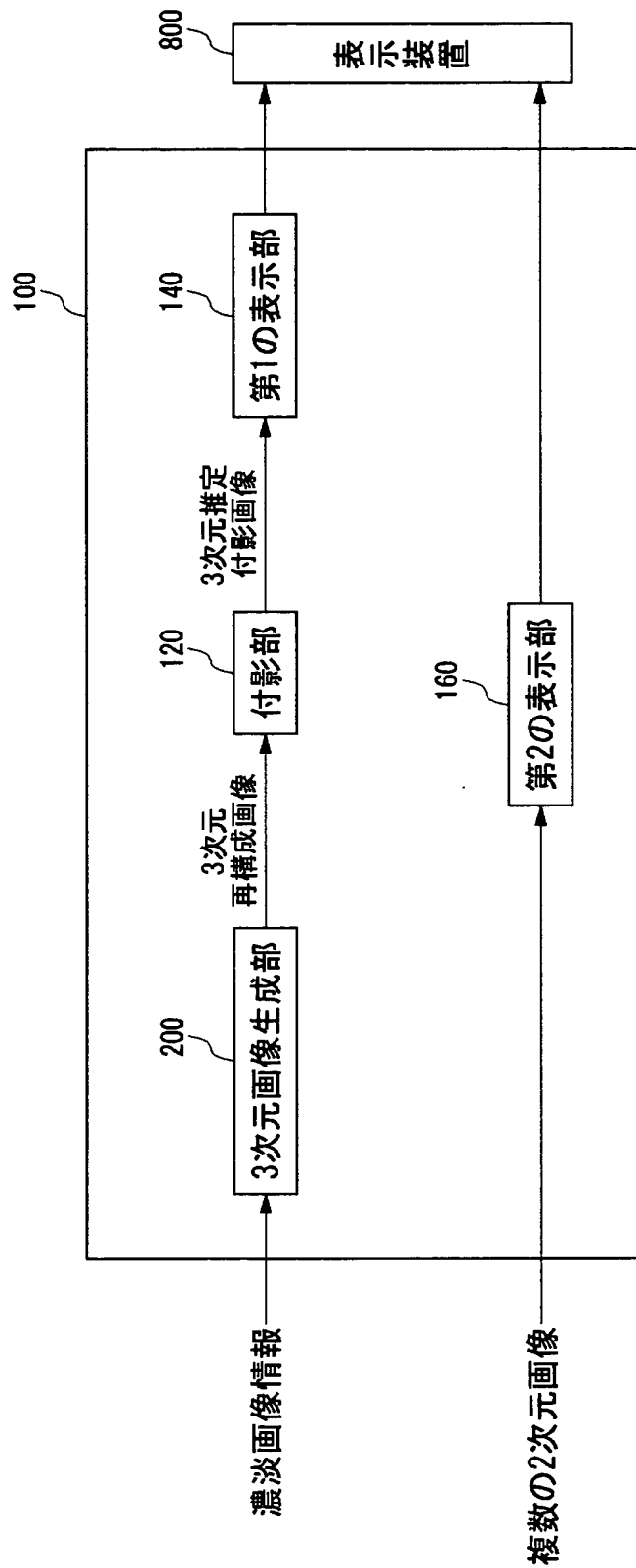
立体構造検証支援装置 1 0 0 による表示装置 8 0 0 の表示例を示す。

【符号の説明】

1 0 0	立体構造検証支援装置
1 2 0	付影部
1 4 0	第 1 の表示部
1 6 0	第 2 の表示部
2 0 0	3 次元画像生成部
2 2 0	分布部
2 4 0	第 2 の重畳部
2 6 0	形状算出部
2 6 2	位置対応部
2 6 4	高さ情報算出部
2 6 6	形状情報算出部
2 8 0	第 1 の重畳部
3 0 0	情報加工部
3 2 0	画像情報生成部
3 6 0	出力部

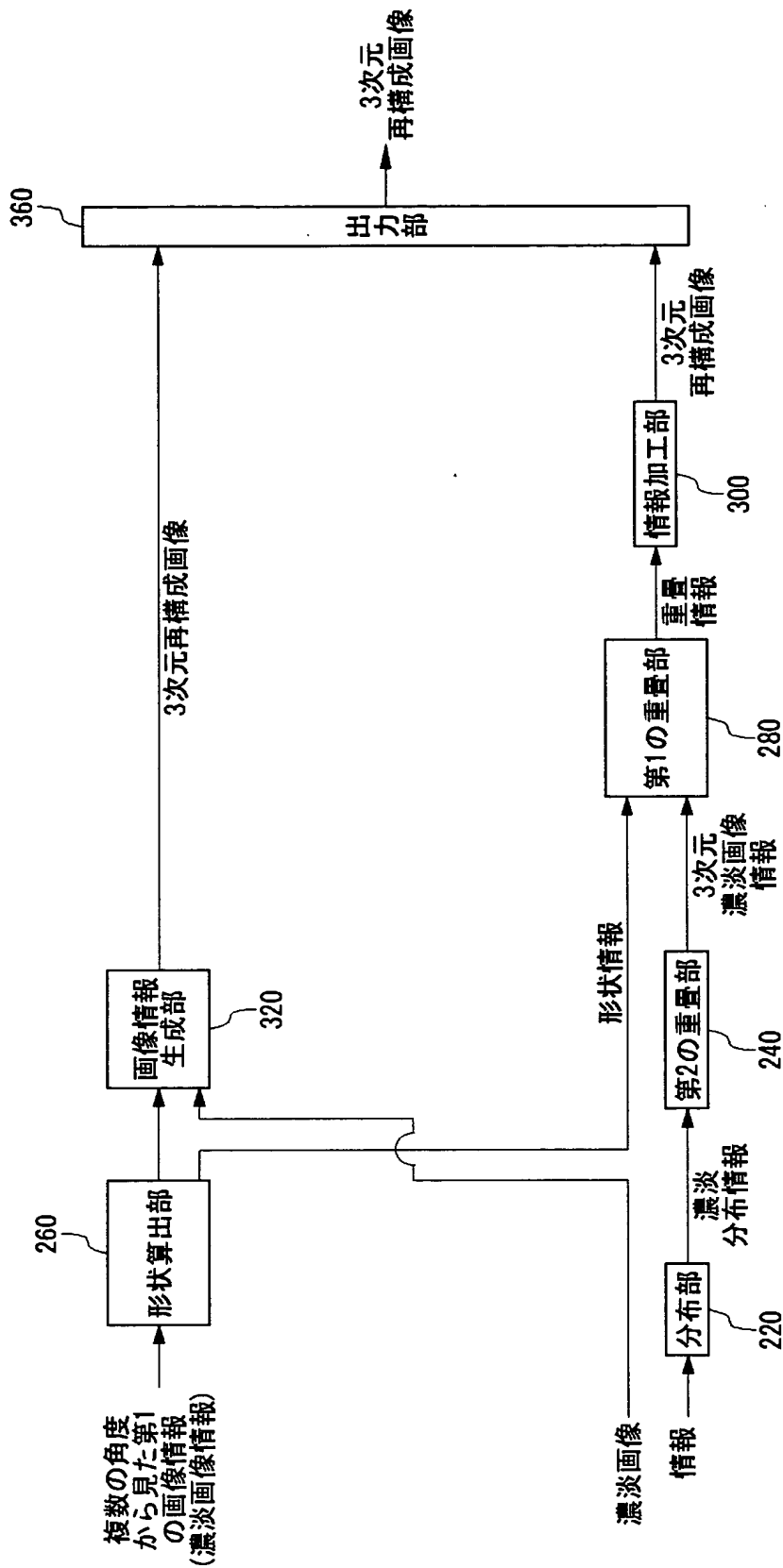
【書類名】 図面

【図 1】



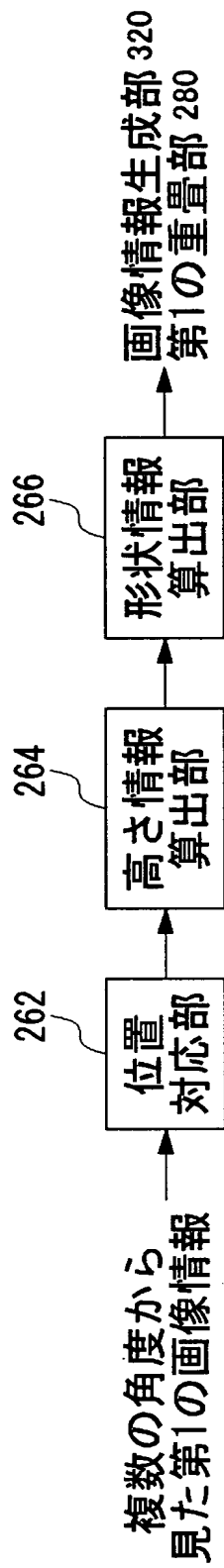
【図 2】

3次元画像生成部200

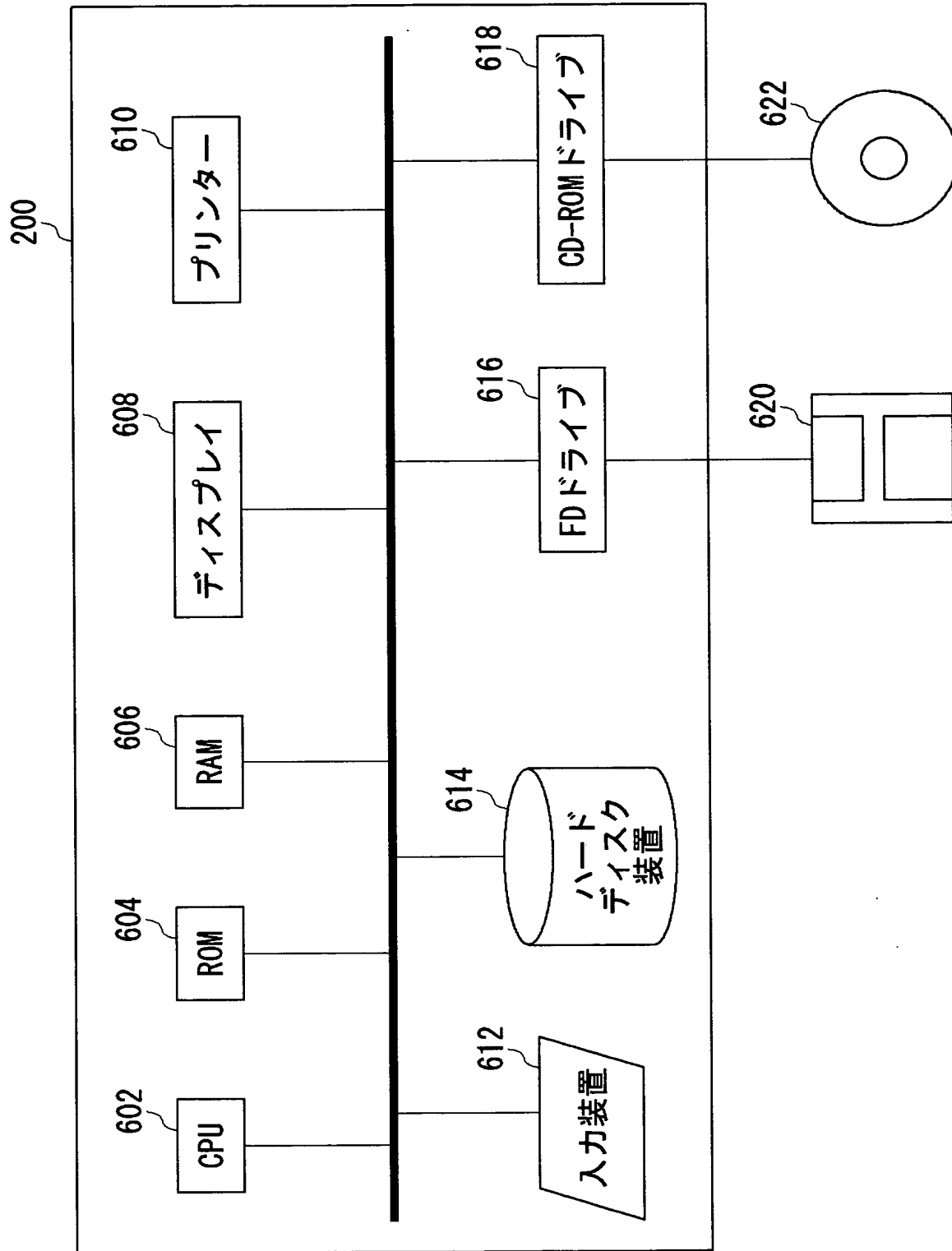


【図 3】

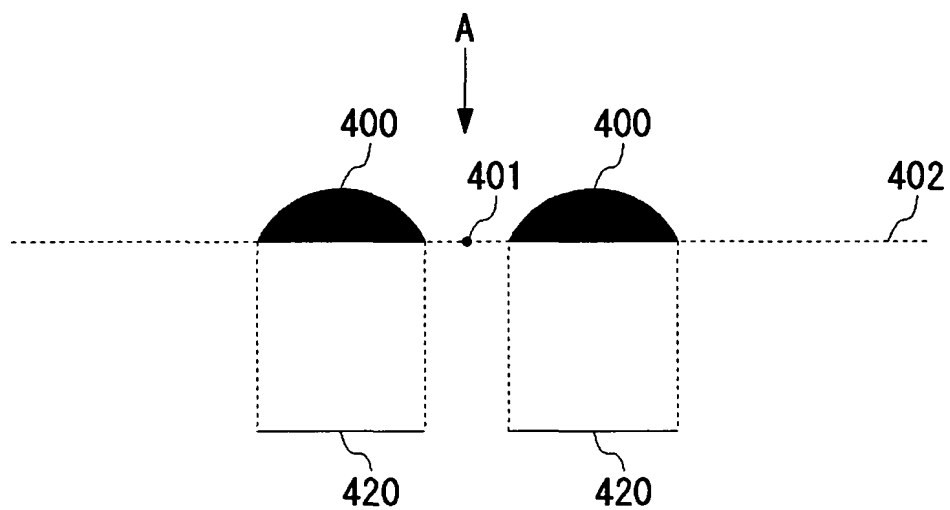
形状算出部



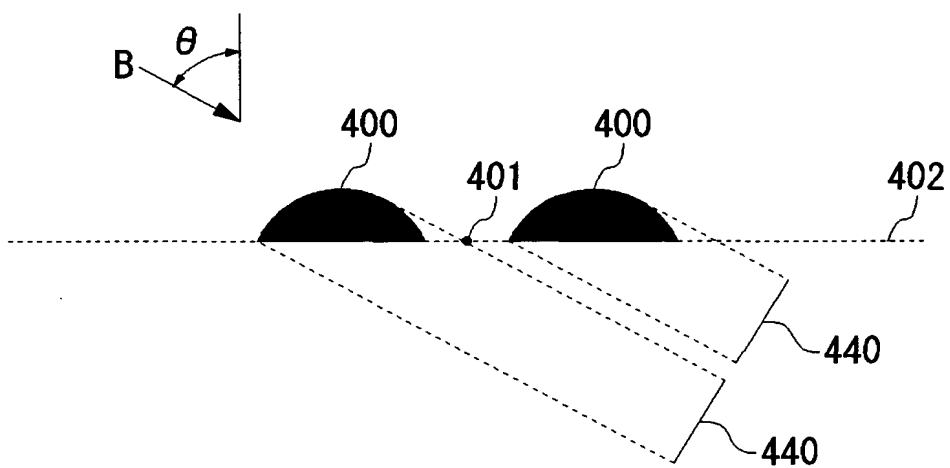
【図 4】



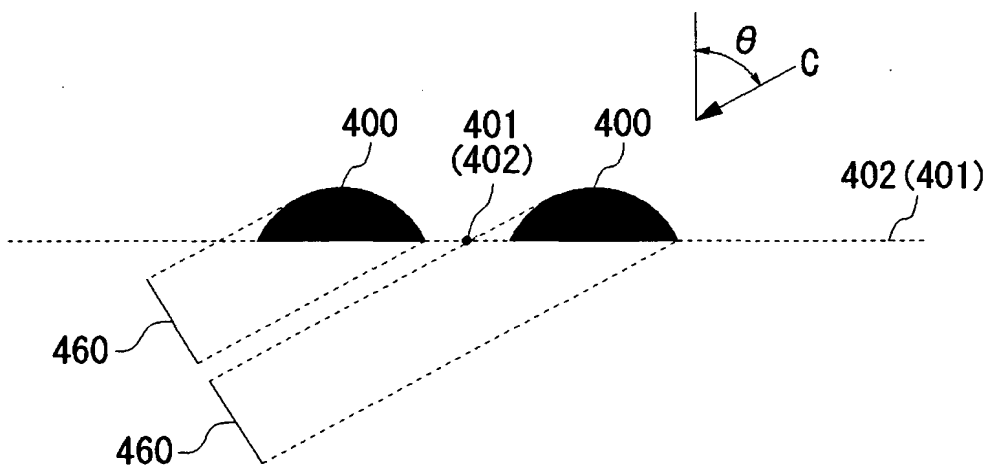
【図 5】



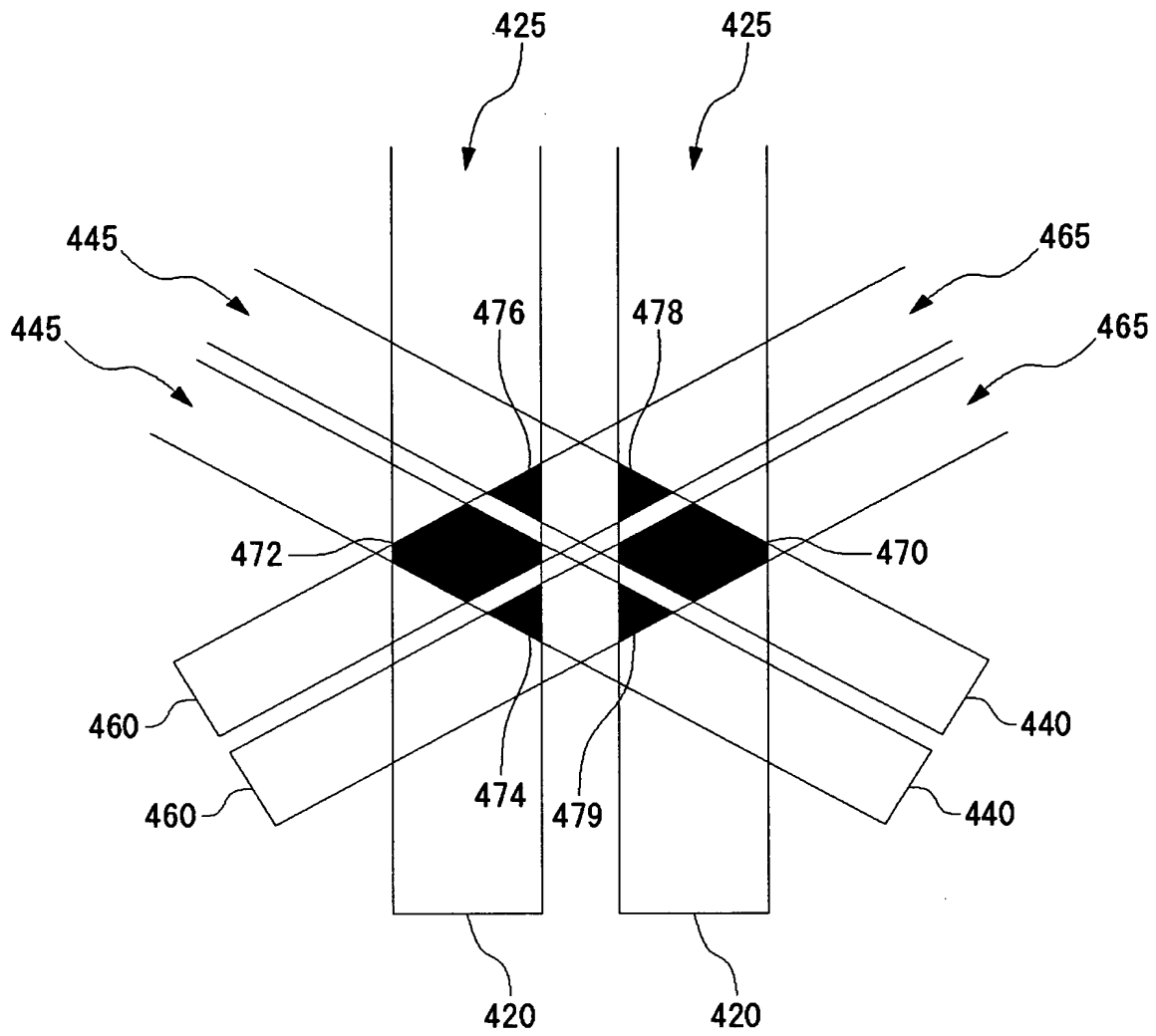
【図 6】



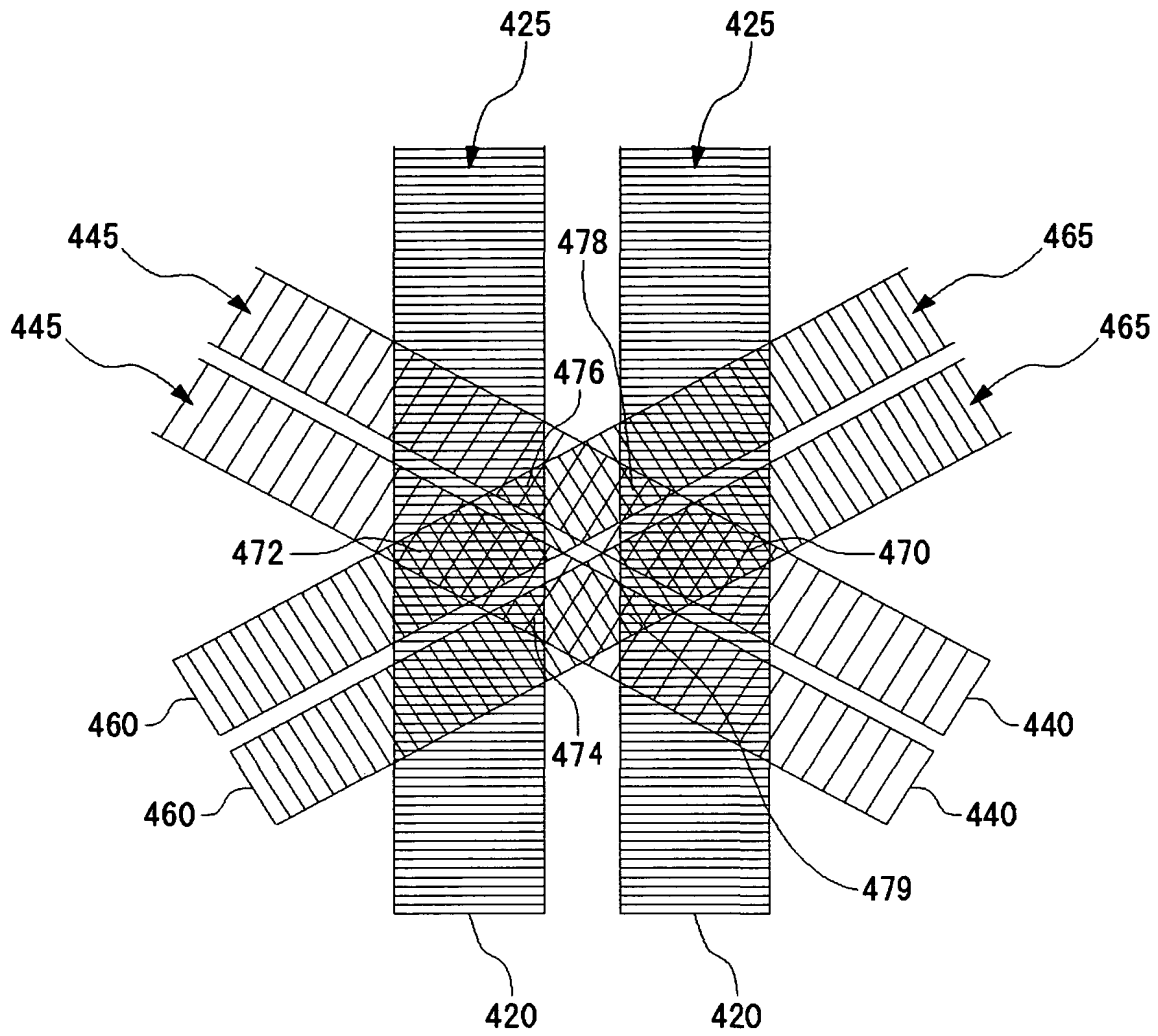
【図 7】



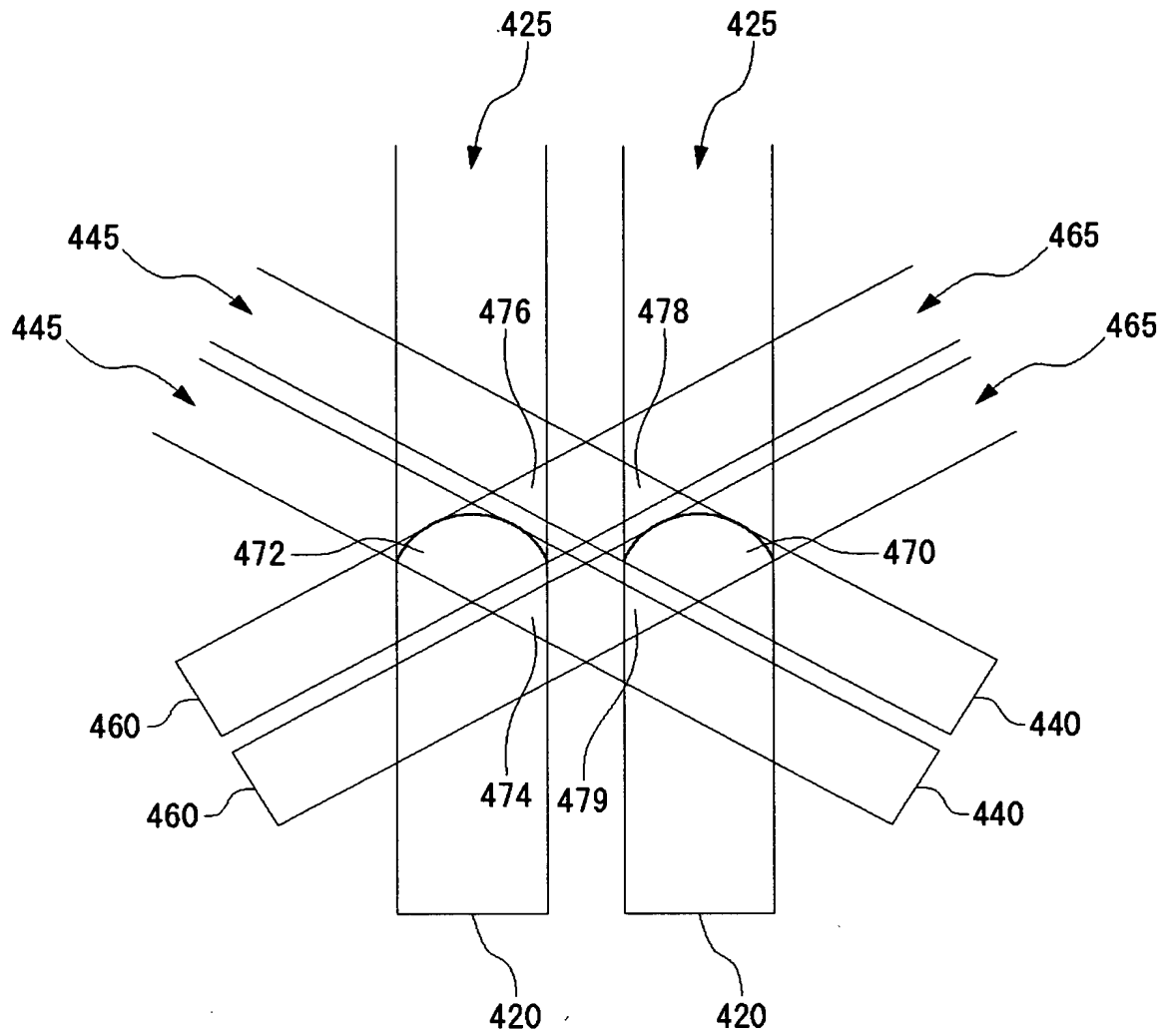
【図 8】



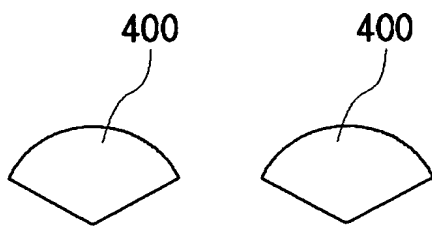
【図 9】



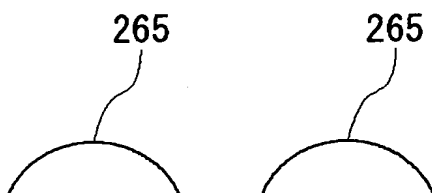
【図 1 0】



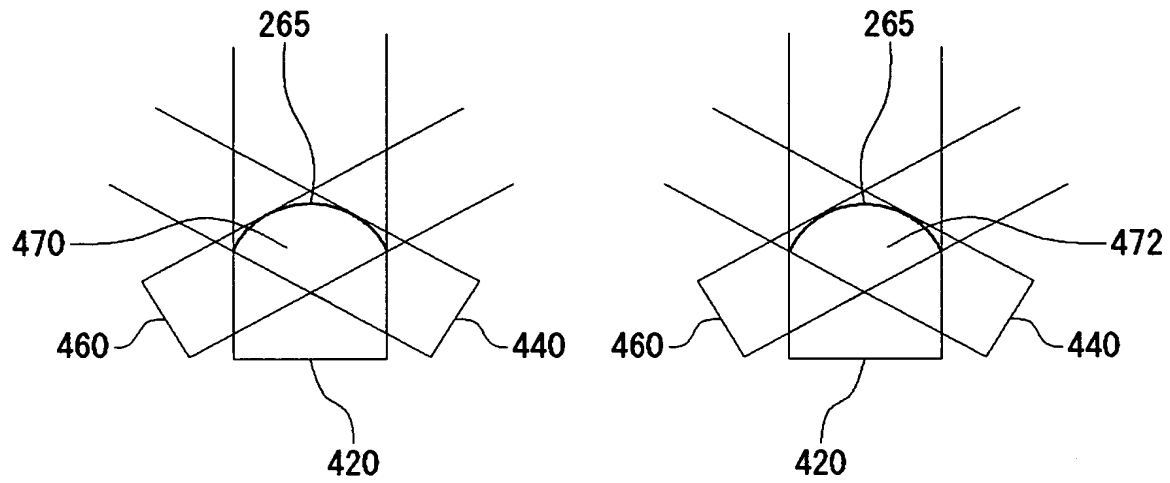
【図 1 1】



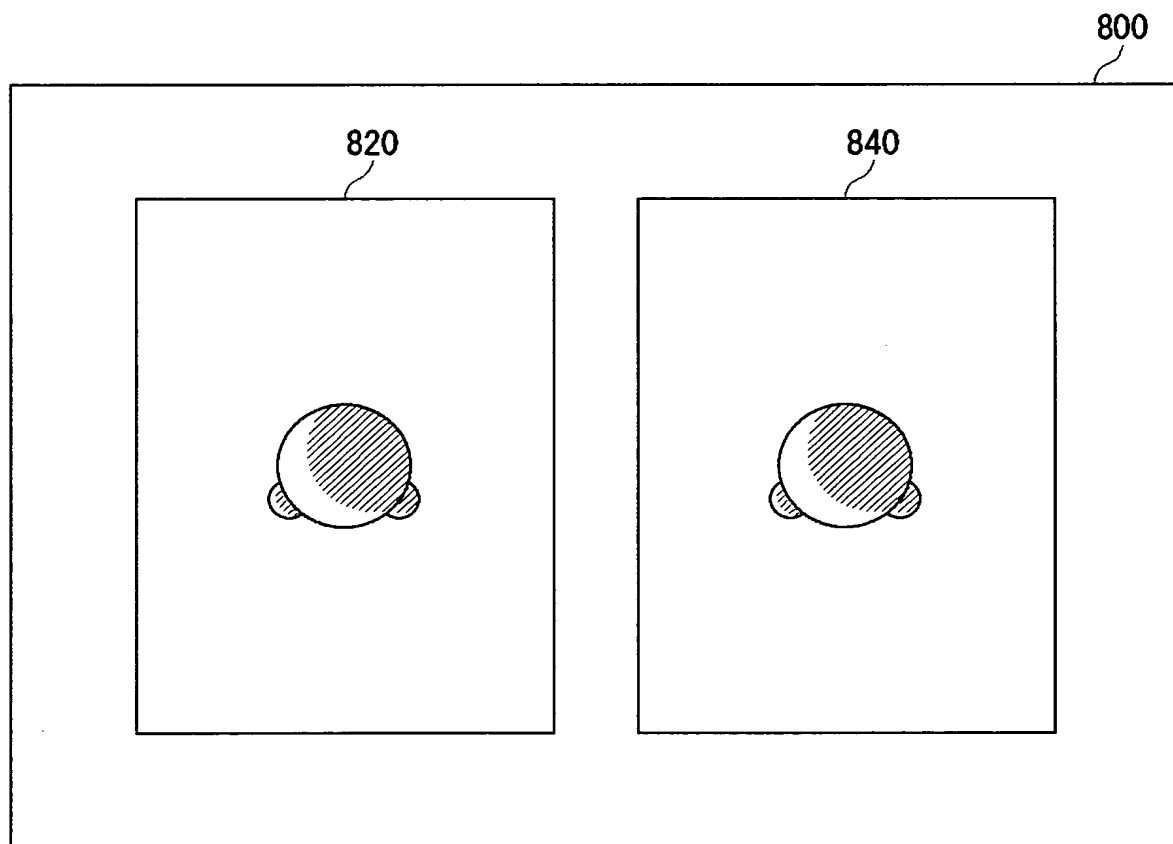
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 結晶化していない物質のモデリング理論や画像処理方法の妥当性を検証しやすくする。

【解決手段】 3次元再構成画像に影を付けた3次元推定付影画像を回転しながら表示させる第1の表示部140と、実験的な構造解析により得られた前記物質の画像を、3次元推定付影画像に合わせて回転しながら立体的に表示させる第2の表示部160とを備える。

【選択図】 図1

【書類名】 出願人名義変更届

【提出日】 平成14年 4月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2001- 752

【承継人】

【識別番号】 899000024

【氏名又は名称】 株式会社 先端科学技術インキュベーションセンター

【承継人代理人】

【識別番号】 100104156

【弁理士】

【氏名又は名称】 龍華 明裕

【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053394

【納付金額】 4,200円

【提出物件の目録】

【包括委任状番号】 0203219

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-000752
受付番号	50200523912
書類名	出願人名義変更届
担当官	金井 邦仁 3072
作成日	平成14年 6月25日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	899000024
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 新丸の内ビルディング6階
【氏名又は名称】	株式会社 先端科学技術インキュベーションセンター

【承継人代理人】

申請人

【識別番号】	100104156
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿1丁目24番12号 東信ビル6階 龍華国際特許事務所
【氏名又は名称】	龍華 明裕

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500573727]

1. 変更年月日 2000年12月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都三鷹市上連雀4丁目15番24号

氏 名 片山 栄作

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500573738]

1. 変更年月日 2000年12月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区中根1丁目7番11号 カーサセレーナ202号

氏 名 馬場 則男

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [899000024]

1. 変更年月日 1999年 9月16日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 新丸の内ビルディング6階

氏 名 株式会社 先端科学技術インキュベーションセンター